

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>C07K 7/56, A61K 38/12</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 99/01472</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 14. Januar 1999 (14.01.99)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP98/03955 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 29. Juni 1998 (29.06.98)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 197 28 524.4      4. Juli 1997 (04.07.97)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Frankfurter Strasse 250, D-64293 Darmstadt (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> JONCZYK, Alfred [DE/DE]; Scheppallee 57, D-64295 Darmstadt (DE). GOODMAN, Simon [GB/DE]; Mozartweg 8, D-64287 Darmstadt (DE). KESSLER, Horst [DE/DE]; Friedrich-Stoltze-Strasse 53, D-65824 Schwalbach (DE). WERMUTH, Jochen [DE/DE]; Limesstrasse 26, D-85095 Denkendorf (DE). SCHMITT, Jörg [DE/DE]; Lichtenbergstrasse 4, D-85748 Garching (DE).  <b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> MERCK PATENT GMBH; D-64271 Darmstadt (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
<b>(54) Title:</b> CYCLIC AZAPEPTIDES WITH ANGIOGENIC EFFECT  <b>(54) Bezeichnung:</b> CYCLISCHE AZAPEPTIDE MIT ANGIOGENER WIRKUNG  <b>(57) Abstract</b>  The invention relates to compounds of formula (I), wherein aArg, aGly, aAsp, aX and aY have the meaning cited in Claim 1, and to the salts thereof. The inventive compounds can be used as integrin inhibitors, specially in the prophylaxis and treatment of circulatory diseases, thrombosis, infarcts, coronary heart diseases, arteriosclerosis, pathological conditions, which are maintained or propagated by angiogenesis, and in addition to tumor therapy.  <b>(57) Zusammenfassung</b>  Verbindungen der Formel (I) Cyclo-(aArg-aGly-aAsp-aX-aY), worin aArg, aGly, aAsp, aX und aY die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben, sowie deren Salze, können als Integrin-Inhibitoren insbesondere zur Prophylaxe und Behandlung von Erkrankungen des Kreislaufs, bei Thrombose, Herzinfarkt, koronaren Herzerkrankungen, Arteriosklerose, bei pathologischen Vorgängen, die durch Angiogenese unterhalten oder propagiert werden und in der Tumorthherapie verwendet werden.		

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## CYCLISCHE AZAPEPTIDE MIT ANGIOGENER WIRKUNG

Die Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I

5 Cyclo-(aArg-aGly-aAsp-aX-aY)

worin

aArg      Arg oder Aza-Arg,

10	aGly	Gly oder Aza-Gly,
----	------	-------------------

aAsp      Asp oder Aza-Asp.

15      aX, aY      jeweils unabhängig voneinander einen Aminosäurerest ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Ala, Asn, Asp, Arg, Cys, Gln, Glu, Gly, His, Ile, Leu, Lys, Met, Nle, Orn, Phe, Phg, Pro, Ser, Thr, Tic, Trp, Tyr, Val, NH-Q-CO- oder den entsprechenden Aza-aminosäuren.

20

Q	Alkylen mit 1-6 C-Atomen,
---	---------------------------

bedeuten,

25 wobei in mindestens einer der in Formel I genannten Aminosäuren der C $\alpha$ -  
Kohlenstoff durch Stickstoff ersetzt ist.

30 die genannten Aminosäuren auch derivatisiert sein können, und die Aminosäurereste über die  $\alpha$ -Amino- oder Azagruppe und  $\alpha$ -Carboxygruppen peptidartig miteinander verknüpft sind,

und sofern es sich um Reste optisch aktiver Aminosäuren und Aminosäurederivate handelt, sowohl die D- als auch die L-Formen eingeschlossen sind.

35 sowie deren Salze.

Ähnliche Verbindungen cyclischer Peptide sind z.B. aus EP 0 632 053, DE 195 38 741 oder EP 0 683 173 bekannt.

5 Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften aufzufinden, insbesondere solche, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

10 Es wurde gefunden, daß die Verbindungen der Formel I und ihre Salze bei guter Verträglichkeit sehr wertvolle pharmakologische Eigenschaften besitzen. Vor allem wirken sie als Integrin-Inhibitoren, wobei sie insbesondere die Wechselwirkungen der  $\alpha_V$ -,  $\beta_3$ - oder  $\beta_5$ -Integrin-Rezeptoren mit Liganden hemmen, wie z. B. die Bindung von Fibrinogen an den  $\beta_3$ -Integrinrezeptor. Besondere Wirksamkeit zeigen die Verbindungen im Fall der Integrine  $\alpha_V\beta_1$ ,  $\alpha_V\beta_3$ ,  $\alpha_V\beta_5$ ,  $\alpha_{IIb}\beta_3$  sowie  $\alpha_V\beta_6$  und  $\alpha_V\beta_8$ , insbesondere wurden  
15 potente selektive Inhibitoren des Vitronektinrezeptors  $\alpha_V\beta_3$  gefunden.

Diese Wirkung kann z.B. nach der Methode nachgewiesen werden, die von J.W. Smith et al. in J. Biol. Chem. 265, 12267-12271 (1990) beschrieben wird.  
20

Die Abhängigkeit der Entstehung von Angiogenese von der Wechselwirkung zwischen vaskulären Integrinen und extrazellulären Matrixproteinen ist von P.C. Brooks, R.A. Clark und D.A. Cheresh in Science 264, 569-71 (1994) beschrieben.  
25

Die Möglichkeit der Inhibierung dieser Wechselwirkung und damit zum Einleiten von Apoptose (programmierter Zelltod) angiogener vaskulärer Zellen durch ein cyclisches Peptid ist von P.C. Brooks, A.M. Montgomery, M. Rosenfeld, R.A. Reisfeld, T.-Hu, G. Klier und D.A. Cheresh in Cell 79,  
30 1157-64 (1994) beschrieben.

Verbindungen der Formel I, die die Wechselwirkung von Integrinrezeptoren und Liganden, wie z. B. von Fibrinogen an den Fibrinogenrezeptor (Glycoprotein IIb/IIIa) blockieren, verhindern als GPIIb/IIIa-Antagonisten  
35 die Ausbreitung von Tumorzellen durch Metastase. Dies wird durch folgende Beobachtungen belegt:

Die Verbindungen können die Bindung von Metallproteinasen an Integrine hemmen und so verhindern, daß die Zellen die enzymatische Aktivität der Proteinase nutzen können. Ein Beispiel ist in der Hemmbarkeit der Bindung von MMP-2- (matrix-Metallo-Proteinase-2-) an den Vitronectin-Rezeptor  $\alpha_v\beta_3$  durch ein Cyclo-RGD-Prptid zu finden, wie in P.C. Brooks et al., Cell 85, 683-693 (1996) beschrieben.

Die Verbreitung von Tumorzellen von einem lokalen Tumor in das vaskuläre System erfolgt durch die Bildung von Mikroaggregaten (Mikrothromben) durch Wechselwirkung der Tumorzellen mit Blutplättchen. Die Tumorzellen sind durch den Schutz im Mikroaggregat abgeschirmt und werden von den Zellen des Immunsystems nicht erkannt.

Die Mikroaggregate können sich an Gefäßwandungen festsetzen, wodurch ein weiteres Eindringen von Tumorzellen in das Gewebe erleichtert wird. Da die Bildung der Mikrothromben durch Fibrinogenbindung an die Fibrinogenrezeptoren auf aktivierten Blutplättchen vermittelt wird, können die GPIIa/IIIb-Antagonisten als wirksame Metastase-Hemmer angesehen werden.

Die Verbindungen der Formel I können als Arzneimittelwirkstoffe in der Human- und Veterinärmedizin eingesetzt werden, insbesondere zur Prophylaxe und/oder Therapie von Thrombose, myocardialen Infarkt, Arteriosklerose, Entzündungen, Apoplexie, Angina pectoris, Tumorerkrankungen, osteolytischen Krankheiten wie Osteoporose, pathologisch angiogenen Krankheiten wie z. B. Entzündungen, ophthalmologischen Krankheiten, diabetischer Retinopathie, makularer Degeneration, Myopia, okulärer Histoplasmose, rheumatischer Arthritis, Osteoarthritis, rubeotischem Glaukom, ulcerativer Colitis, Morbus Crohn, Atherosklerose, Psoriasis, Restenose nach Angioplastie, Multiplesklerose, viraler Infektion, bakterieller Infektion, Pilzinfektion, bei akutem Nierenversagen und bei der Wundheilung zur Unterstützung der Heilungsprozesse.

Die Verbindungen der Formel I können als antimikrobiell wirkende Substanzen bei Operationen eingesetzt werden, wo Biomaterialien, Implantate, Katheter oder Herzschrittmacher verwendet werden.

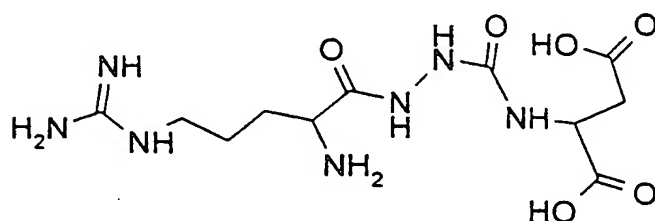
Dabei wirken sie antiseptisch. Die Wirksamkeit der antimikrobiellen Aktivität kann durch das von P.Valentin-Weigund et al., in Infection and Immunity, 2851-2855 (1988) beschriebene Verfahren nachgewiesen werden.

Da die Verbindungen der Formel I Inhibitoren der Fibrinogenbindung und damit Liganden der Fibrinogen receptoren auf Blutplättchen darstellen, können sie als Diagnostika zur Detektion und Lokalisierung von Thromben im vaskulären System *in vivo* verwendet werden, sofern sie beispielsweise durch einen radioaktiven oder UV-detektierbaren Rest substituiert werden.

Die Verbindungen der Formel I können als Inhibitoren der Fibrinogenbindung auch als wirksame Hilfsmittel zum Studium des Metabolismus von Blutplättchen in unterschiedlichen Aktivierungsstadien oder von intrazellulären Signalmechanismen des Fibrinogenrezeptors verwendet werden. Die detektierbare Einheit eines einzubauenden "Labels", z.B. eine Isotopenmarkierung durch  $^3\text{H}$ , erlaubt es, nach Bindung an den Rezeptor, die genannten Mechanismen zu untersuchen.

In den Verbindungen der Formel I können die vorkommenden Aminosäuren derart modifiziert sein, daß der  $\text{C}^\alpha$ -Kohlenstoff durch Stickstoff, unter Erhalt der Seitenkette, ersetzt ist. Es handelt sich dabei um sogenannte Azaaminosäuren.

Z.B. ist im nachstehenden Aza-tripeptid, bestehend aus den Aminosäuren Arginin, Glycin und Asparaginsäure der  $\text{C}^\alpha$ -Kohlenstoff des Glycins durch Stickstoff ersetzt.



Arg-aza-Gly-Asp

In den erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I liegt immer mindestens eine Aminosäure als Azaaminosäure vor.

- 5 -

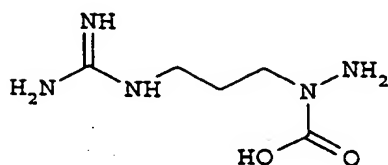
Die vor- und nachstehend aufgeführten Abkürzungen von Aminosäureresten stehen für die Reste folgender Aminosäuren:

	Ala	Alanin
5	Asn	Asparagin
	Asp	Asparaginsäure
	Arg	Arginin
	Cys	Cystein
	Gln	Glutamin
10	Glu	Glutaminsäure
	Gly	Glycin
	His	Histidin
	homo-Phe	homo-Phenylalanin
	Ile	Isoleucin
15	Leu	Leucin
	Lys	Lysin
	Met	Methionin
	Nle	Norleucin
	Orn	Ornithin
20	Phe	Phenylalanin
	Phg	Phenylglycin
	4-Hal-Phe	4-Halogen-phenylalanin
	Pro	Prolin
	Sar	Sarkosin (N-Methylglycin)
25	Ser	Serin
	Tic	Tetrahydroisochinolin-3-carbonsäure
	Thr	Threonin
	Trp	Tryptophan
	Tyr	Tyrosin
30	Val	Valin.

Beispielhaft sind folgende Aza-aminosäuren aufgeführt:

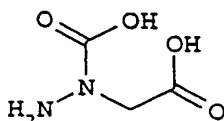
- 6 -

Aza-Arg



5

Aza-Asp



10

Ferner bedeuten nachstehend:

	Ac	Acetyl
15	BOC	tert.-Butoxycarbonyl
	CBZ oder Z	Benzyloxycarbonyl
	DCCI	Dicyclohexylcarbodiimid
	DIPEA	Diisopropylethylamin
	DMF	Dimethylformamid
20	EDCI	N-Ethyl-N,N'-(dimethylaminopropyl)-carbodiimid
	Et	Ethyl
	Fmoc	9-Fluorenylmethoxycarbonyl
	HOBt	1-Hydroxybenzotriazol
	Me	Methyl
25	MBHA	4-Methyl-benzhydrylamin
	Mtr	4-Methoxy-2,3,6-trimethylphenyl-sulfonyl
	NMP	N-Methylpyrrolidon
	HONSu	N-Hydroxysuccinimid
	OBzl	Benzylester
30	OtBu	tert.-Butylester
	Oct	Octanoyl
	OMe	Methylester
	OEt	Ethylester
	Pbf	2,2,4,6,7-Pentamethyldihydrobenzofuran-5-sulfonyl-
35	POA	Phenoxyacetyl
	Sal	Salicyloyl



TBTU      O-(1H-Benzotriazol-1-yl)-N,N,N',N'-  
              tetramethyluroniumtetrafluorborat  
 TFA        Trifluoressigsäure  
 Trt         Trityl (Triphenylmethyl).

5

10

Sofern die vorstehend genannten Aminosäuren in mehreren enantiomeren Formen auftreten können, so sind vor- und nachstehend, z. B. als Bestandteil der Verbindungen der Formel I, alle diese Formen und auch ihre Gemische (z. B. die DL-Formen) eingeschlossen. Ferner können die Aminosäuren, z. B. als Bestandteil von Verbindungen der Formel I, mit entsprechenden an sich bekannten Schutzgruppen versehen sein.

15

In die erfindungsgemäßen Verbindungen sind auch sogenannte Prodrug-Derivate eingeschlossen, d. h. mit z. B. Alkyl- oder Acylgruppen, Zuckern oder Oligopeptiden abgewandelte Verbindungen der Formel I, die im Organismus rasch zu den wirksamen erfindungsgemäßen Verbindungen gespalten werden.

20

Hierzu gehören auch bioabbaubare Polymerderivate der erfindungsgemäßen Verbindungen, wie dies z. B. in Int. J. Pharm. 115, 61-67 (1995) beschrieben ist.

Aminosäuren, deren Konfiguration nicht speziell angegeben ist, weisen die (S)- oder (L)-Konfiguration auf.

25

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 sowie ihrer Saize, dadurch gekennzeichnet, daß man

30

(a)        eine Verbindung der Formel II

H-Z-OH

II

worin

35

Z        -aArg-aGly-aAsp-aX-aY-,  
           -aGly-aAsp-aX-aY-aArg-

- 8 -

-aAsp-aX-aY-aArg-aGly-,  
-aX-aY-aArg-aGly-aAsp- oder  
-aY-aArg-aGly-aAsp-aX- bedeutet,

5 und aArg, aGly, aAsp, aX und aY die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

oder ein reaktionsfähiges Derivat einer Verbindung der Formel II mit einem cyclisierenden Mittel behandelt,

10

oder

b) eine Verbindung der Formel I aus einem ihrer funktionellen Derivate durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel in Freiheit setzt,

15

und/oder daß man eine basische oder saure Verbindung der Formel I durch Behandeln mit einer Säure oder Base in eines ihrer Salze überführt.

20

Vor- und nachstehend haben die Reste aArg, aGly, aAsp, aX und aY die bei den Formeln I und II angegebenen Bedeutungen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

25

In den vorstehenden Formeln steht Alkyl vorzugsweise für Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl oder tert.-Butyl, ferner auch für Pentyl, 1-, 2- oder 3-Methylbutyl, 1,1-, 1,2- oder 2,2-Dimethylpropyl, 1-Ethylpropyl, Hexyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Methylpentyl, 1,1-, 1,2-, 1,3-, 2,2-, 2,3- oder 3,3-Dimethylbutyl, 1- oder 2-Ethylbutyl, 1-Ethyl-1-methylpropyl, 1-Ethyl-2-methylpropyl, 1,1,2- oder 1,2,2-Trimethylpropyl.

30

Alkylen bedeutet bevorzugt Methylen, Ethylen, Propylen, Butylen, Pentylen oder Hexylen.

35

Die genannten Aminosäuren und Aminosäurereste können auch derivatisiert sein, wobei die N-Methyl-, N-Ethyl-, N-Propyl-, N-Benzyl- oder C $\alpha$ -Methylderivate bevorzugt sind.

5 Weiter bevorzugt sind Derivate von Asp und Glu, insbesondere die Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Butyl-, tert.-Butyl-, Neopentyl- oder Benzylester der Seitenketten-carboxy-gruppen, ferner auch Derivate von Arg, das an der -NH-C(=NH)-NH<sub>2</sub>-Gruppe mit einem Acetyl-, Benzoyl-, Methoxycarbonyl- oder Ethoxycarbonylrest substituiert sein kann.

10 Aminoschutzgruppe bedeutet vorzugsweise Acetyl, Propionyl, Butyryl, Phenylacetyl, Benzoyl, Toluyl, POA, Methoxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, 2,2,2-Trichlorethoxycarbonyl, BOC, 2-Iodethoxycarbonyl, CBZ ("Carbo-benzoxyl"), 4-Methoxybenzyloxycarbonyl, FMOC, Mtr oder Benzyl.

15 Die Verbindungen der Formel I können ein oder mehrere chirale Zentren besitzen und daher in verschiedenen stereoisomeren Formen vorkommen. Die Formel I umschließt alle diese Formen.

20 Dementsprechend sind Gegenstand der Erfindung insbesondere diejenigen Verbindungen der Formel I, in denen mindestens einer der genannten Reste eine der vorstehend angegebenen bevorzugten Bedeutungen hat. Einige bevorzugte Gruppen von Verbindungen können durch die folgenden Teilformeln Ia bis Ic ausgedrückt werden, die der Formel I entsprechen und worin die nicht näher bezeichneten Reste die bei der Formel I ange-

25 gebene Bedeutung haben, worin jedoch

30	in a)	aArg aGly aAsp aX, aY	Arg, Aza-Gly, Asp, jeweils unabhängig voneinander einen Aminosäurerest ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Ala, Asn, Asp, Arg, Cys, Gln, Glu, Gly, His, Ile, Leu, Lys, Met, Phe, Pro, Ser, Thr, Trp, Tyr, Val oder
35			den entsprechenden Aza-aminosäuren, bedeuten,

- 10 -

und die genannten Aminosäuren auch derivatisiert sein können;

in b) aArg Arg,  
 5 aGly Aza-Gly,  
 aAsp Asp,  
 aX Gly, Phe, D-Phe oder Aza-Phe und  
 aY Gly, Val, Leu, Pro, D-Val, D-Leu oder D-Pro  
 oder  
 10 die entsprechenden Aza-aminosäuren,  
 bedeuten,

und die genannten Aminosäuren auch derivatisiert sein können;

in c) aArg Arg,  
 15 aGly Aza-Gly,  
 aAsp Asp,  
 aX Gly, Phe oder D-Phe und  
 aY Gly, N-Benzyl-Gly, Lys, D-Lys, Val, D-Val,  
 die entsprechenden N-Alkyl-Derivate  
 oder  
 20 die entsprechenden Aza-aminosäuren,

bedeuten,

und die genannten Aminosäuren auch derivatisiert sein können.

25 Die Verbindungen der Formel I und auch die Ausgangsstoffe zu ihrer Herstellung werden im übrigen nach an sich bekannten Methoden hergestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart;) beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von  
 30 an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

Die Ausgangsstoffe können, falls erwünscht, auch in situ gebildet werden, so daß man sie aus dem Reaktionsgemisch nicht isoliert, sondern sofort  
 35 weiter zu den Verbindungen der Formel I umsetzt.

Verbindungen der Formel I können vorzugsweise durch Cyclisierung von Verbindungen der Formel II unter den Bedingungen einer Peptidsynthese erhalten werden. Dabei arbeitet man zweckmäßig nach üblichen Methoden der Peptidsynthese, wie sie z.B. in Houben-Weyl, 1.c., Band 15/II, Seite 1 bis 806 (1974) beschrieben sind.

Die Reaktion gelingt vorzugsweise in Gegenwart eines Dehydratisierungsmittels, z.B. eines Carbodiimids wie DCCI oder EDCI, ferner z.B. Propanphosphonsäureanhydrid (vgl. Angew. Chem. 92, 129 (1980)), Diphenylphosphorylazid oder 2-Ethoxy-N-ethoxycarbonyl-1,2-dihydrochinolin, in einem inerten Lösungsmittel, z.B. einem halogenierten Kohlenwasserstoff wie Dichlormethan, einem Ether wie Tetrahydrofuran oder Dioxan, einem Amid wie DMF oder Dimethylacetamid, einem Nitril wie Acetonitril, in Dimethylsulfoxid oder in Gegenwart dieser Lösungsmittel, bei Temperaturen zwischen etwa -10 und 40, vorzugsweise zwischen 0 und 30°. Um die intramolekulare Cyclisierung vor der intermolekularen Peptidbindung zu fördern, ist es zweckmäßig, in verdünnten Lösungen zu arbeiten. Die Reaktionszeit liegt je nach den angewendeten Bedingungen zwischen einigen Minuten und 14 Tagen.

Anstelle von Verbindungen der Formel II können auch Derivate von Verbindungen der Formel II, vorzugsweise eine voraktivierte Carbonsäure, oder ein Carbonsäurehalogenid, ein symmetrisches oder gemischtes Anhydrid oder ein Aktivester eingesetzt werden. Derartige Reste zur Aktivierung der Carboxygruppe in typischen Acylierungsreaktionen sind in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart;) beschrieben. Aktivierte Ester werden zweckmäßig in situ gebildet, z. B. durch Zusatz von HOBt oder N-Hydroxysuccinimid.

Die Umsetzung erfolgt in der Regel in einem inerten Lösungsmittel, bei Verwendung eines Carbonsäurehalogenids in Gegenwart eines säurebindenden Mittels vorzugsweise einer organischen Base wie Triethylamin, Dimethylanilin, Pyridin oder Chinolin.

Auch der Zusatz eines Alkali- oder Erdalkalimetall-hydroxids, -carbonats oder -bicarbonats oder eines anderen Salzes einer schwachen Säure der

- 12 -

Alkali- oder Erdalkalimetalle, vorzugsweise des Kaliums, Natriums, Calciums oder Cäsiums kann günstig sein.

- 5 Die Ausgangsstoffe der Formel II sind in der Regel neu. Sie können nach bekannten Methoden der Peptidsynthese hergestellt werden.  
Lineare Peptide können z.B. nach Merrifield (Angew. Chem. 97, 801-812 1985) an einer festen Phase, einem quellfähigen Polystyrolharz, aufgebaut werden.
- 10 Die Verbindungen der Formeln I können ferner erhalten werden, indem man sie aus ihren funktionellen Derivaten durch Solvolyse, insbesondere Hydrolyse, oder durch Hydrogenolyse in Freiheit setzt.
- 15 Bevorzugte Ausgangsstoffe für die Solvolyse bzw. Hydrogenolyse sind solche, die anstelle einer oder mehrerer freier Amino- und/oder Hydroxygruppen entsprechende geschützte Amino- und/oder Hydroxygruppen enthalten, vorzugsweise solche, die anstelle eines H-Atoms, das mit einem N-Atom verbunden ist, eine Aminoschutzgruppe tragen, z. B. solche, die der Formel I entsprechen, aber anstelle einer NH<sub>2</sub>-Gruppe eine NHR'-Gruppe (worin R' eine Aminoschutzgruppe bedeutet, z. B. BOC oder CBZ) enthalten.
- 20
- 25 Ferner sind Ausgangsstoffe bevorzugt, die anstelle des H-Atoms einer Hydroxygruppe eine Hydroxyschutzgruppe tragen, z. B. solche, die der Formel I entsprechen, aber anstelle einer Hydroxyphenylgruppe eine R''-O-phenylgruppe enthalten (worin R'' eine Hydroxyschutzgruppe bedeutet).
- 30 Es können auch mehrere - gleiche oder verschiedene - geschützte Amino- und/oder Hydroxygruppen im Molekül des Ausgangsstoffes vorhanden sein. Falls die vorhandenen Schutzgruppen voneinander verschieden sind, können sie in vielen Fällen selektiv abgespalten werden.
- 35 Der Ausdruck "Aminoschutzgruppe" ist allgemein bekannt und bezieht sich auf Gruppen, die geeignet sind, eine Aminogruppe vor chemischen Umsetzungen zu schützen (zu blockieren), die aber leicht entfernbar sind, nachdem die gewünschte chemische Reaktion an anderen Stellen des

Moleküls durchgeführt worden ist. Typisch für solche Gruppen sind insbesondere unsubstituierte oder substituierte Acyl-, Aryl-, Aralkoxymethyl- oder Aralkylgruppen. Da die Aminoschutzgruppen nach der gewünschten Reaktion (oder Reaktionsfolge) entfernt werden, ist ihre Art und Größe im übrigen nicht kritisch; bevorzugt werden jedoch solche mit 1-20, insbesondere 1-8 C-Atomen. Der Ausdruck "Acylgruppe" ist im Zusammenhang mit dem vorliegenden Verfahren in weitestem Sinne aufzufassen. Er umschließt von aliphatischen, araliphatischen, aromatischen oder heterocyclischen Carbonsäuren oder Sulfonsäuren abgeleitete Acylgruppen sowie insbesondere Alkoxycarbonyl-, Aryloxycarbonyl- und vor allem Aralkoxycarbonylgruppen. Beispiele für derartige Acylgruppen sind Alkanoyl wie Acetyl, Propionyl, Butyryl; Aralkanoyl wie Phenylacetyl; Aryl wie Benzoyl oder Toluyl; Aryloxyalkanoyl wie POA; Alkoxycarbonyl wie Methoxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, 2,2,2-Trichlorethoxycarbonyl, BOC, 2-Iodethoxycarbonyl; Aralkyloxycarbonyl wie CBZ ("Carbobenzoxyl"), 4-Methoxybenzyloxycarbonyl, FMOC; Arylsulfonyl wie Mtr. Bevorzugte Aminoschutzgruppen sind BOC und Mtr, ferner CBZ, Fmoc, Benzyl und Acetyl.

Der Ausdruck "Hydroxyschutzgruppe" ist ebenfalls allgemein bekannt und bezieht sich auf Gruppen, die geeignet sind, eine Hydroxygruppe vor chemischen Umsetzungen zu schützen, die aber leicht entfernbar sind, nachdem die gewünschte chemische Reaktion an anderen Stellen des Moleküls durchgeführt worden ist. Typisch für solche Gruppen sind die oben genannten unsubstituierten oder substituierten Aryl-, Aralkyl- oder Acylgruppen, ferner auch Alkylgruppen. Die Natur und Größe der Hydroxyschutzgruppen ist nicht kritisch, da sie nach der gewünschten chemischen Reaktion oder Reaktionsfolge wieder entfernt werden; bevorzugt sind Gruppen mit 1-20, insbesondere 1-10 C-Atomen. Beispiele für Hydroxyschutzgruppen sind u.a. Benzyl, p-Nitrobenzoyl, p-Toluolsulfonyl, tert.-Butyl und Acetyl, wobei Benzyl und tert.-Butyl besonders bevorzugt sind. Die COOH-Gruppen in Asparaginsäure und Glutaminsäure werden bevorzugt in Form ihrer tert.-Butylester geschützt (z. B. Asp(OBut)).

Das In-Freiheit-Setzen der Verbindungen der Formel I aus ihren funktionellen Derivaten gelingt - je nach der benutzten Schutzgruppe - z. B. mit starken Säuren, zweckmäßig mit TFA oder Perchlorsäure, aber auch mit an-

deren starken anorganischen Säuren wie Salzsäure oder Schwefelsäure, starken organischen Carbonsäuren wie Trichloressigsäure oder Sulfonsäuren wie Benzol- oder p-Toluolsulfonsäure. Die Anwesenheit eines zusätzlichen inerten Lösungsmittels ist möglich, aber nicht immer erforderlich. Als inerte Lösungsmittel eignen sich vorzugsweise organische, beispielsweise Carbonsäuren wie Essigsäure, Ether wie Tetrahydrofuran oder Dioxan, Amide wie DMF, halogenierte Kohlenwasserstoffe wie Dichlormethan, ferner auch Alkohole wie Methanol, Ethanol oder Isopropanol, sowie Wasser. Ferner kommen Gemische der vorgenannten Lösungsmittel in Frage. TFA wird vorzugsweise im Überschuß ohne Zusatz eines weiteren Lösungsmittels verwendet, Perchlorsäure in Form eines Gemisches aus Essigsäure und 70 %iger Perchlorsäure im Verhältnis 9:1. Die Reaktionstemperaturen für die Spaltung liegen zweckmäßig zwischen etwa 0° und etwa 50°, vorzugsweise arbeitet man zwischen 15 und 30° (Raumtemperatur).

Die Gruppen BOC, OBut und Mtr können z. B. bevorzugt mit TFA in Dichlormethan oder mit etwa 3 bis 5n HCl in Dioxan bei 15-30° abgespalten werden, die FMOC-Gruppe mit einer etwa 5- bis 50 %igen Lösung von Dimethylamin, Diethylamin oder Piperidin in DMF bei 15-30°.

Die Tritylgruppe wird zum Schutz der Aminosäuren Histidin, Asparagin, Glutamin und Cystein eingesetzt. Die Abspaltung erfolgt, je nach gewünschtem Endprodukt, mit TFA / 10% Thiophenol, wobei die Tritylgruppe von allen genannten Aminosäuren abgespalten wird, bei Einsatz von TFA / Anisol oder TFA / Thioanisol wird nur die Tritylgruppe von His, Asn und Gln abgespalten, wogegen sie an der Cys-Seitenkette verbleibt.

Hydrogenolytisch entfernbare Schutzgruppen (z. B. CBZ oder Benzyl) können z. B. durch Behandeln mit Wasserstoff in Gegenwart eines Katalysators (z. B. eines Edelmetallkatalysators wie Palladium, zweckmäßig auf einem Träger wie Kohle) abgespalten werden. Als Lösungsmittel eignen sich dabei die oben angegebenen, insbesondere z. B. Alkohole wie Methanol oder Ethanol oder Amide wie DMF. Die Hydrogenolyse wird in der Regel bei Temperaturen zwischen etwa 0 und 100° und Drucken zwischen etwa 1 und 200 bar, bevorzugt bei 20-30° und 1-10 bar durchgeführt. Eine Hydrogenolyse der CBZ-Gruppe gelingt z. B. gut an 5 bis 10



%igem Pd/C in Methanol oder mit Ammoniumformiat (anstelle von Wasserstoff) an Pd/C in Methanol/DMF bei 20-30°.

5 Eine Base der Formel I kann mit einer Säure in das zugehörige Säure-  
additionssalz übergeführt werden, beispielsweise durch Umsetzung äqui-  
valenter Mengen der Base und der Säure in einem inerten Lösungsmittel  
wie Ethanol und anschließendes Eindampfen. Für diese Umsetzung kom-  
men insbesondere Säuren in Frage, die physiologisch unbedenkliche Sal-  
ze liefern. So können anorganische Säuren verwendet werden, z.B.  
10 Schwefelsäure, Salpetersäure, Halogenwasserstoffsäuren wie Chlor-  
wasserstoffsäure oder Bromwasserstoffsäure, Phosphorsäuren wie Ortho-  
phosphorsäure, Sulfaminsäure, ferner organische Säuren, insbesondere  
aliphatische, alicyclische, araliphatische, aromatische oder heterocyclische  
ein- oder mehrbasige Carbon-, Sulfon- oder Schwefelsäuren, z.B. Amei-  
15 sensäure, Essigsäure, Propionsäure, Pivalinsäure, Diethylessigsäure,  
Malonsäure, Bernsteinsäure, Pimelinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure,  
Milchsäure, Weinsäure, Äpfelsäure, Citronensäure, Gluconsäure, Ascor-  
binsäure, Nicotinsäure, Isonicotinsäure, Methan- oder Ethansulfonsäure,  
Ethandisulfonsäure, 2-Hydroxyethansulfonsäure, Benzolsulfonsäure, p-  
20 Toluolsulfonsäure, Naphthalin-mono- und Disulfonsäuren, Lauryl-  
schwefelsäure. Salze mit physiologisch nicht unbedenklichen Säuren, z.B.  
Pikrate, können zur Isolierung und /oder Aufreinigung der Verbindungen  
der Formel I verwendet werden.

25 Andererseits kann eine Säure der Formel I durch Umsetzung mit einer Ba-  
se in eines ihrer physiologisch unbedenklichen Metall- oder Ammonium-  
salze übergeführt werden. Als Salze kommen dabei insbesondere die Na-  
trium-, Kalium-, Magnesium-, Calcium- und Ammoniumsalze in Betracht,  
ferner substituierte Ammoniumsalze, z. B. die Dimethyl-, Diethyl- oder Di-  
30 isopropyl-ammoniumsalze, Monoethanol-, Diethanol- oder Diisopropyl-  
ammoniumsalze, Cyclohexyl-, Dicyclohexylammoniumsalze, Dibenzyl-  
ethylendiammoniumsalze, weiterhin z. B. Salze mit Arginin oder Lysin.

35 Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung der Verbindungen  
der Formel I und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze zur Her-  
stellung pharmazeutischer Zubereitungen, insbesondere auf nicht-

- 16 -

chemischem Wege. Hierbei können sie zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen und/oder halbflüssigen Träger- oder Hilfsstoff und gegebenenfalls in Kombination mit einem oder mehreren weiteren Wirkstoffen in eine geeignete Dosierungsform gebracht werden.

5

Gegenstand der Erfindung sind ferner pharmazeutische Zubereitungen, enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel I und/oder eines ihrer physiologisch unbedenklichen Salze.

10

Diese Zubereitungen können als Arzneimittel in der Human- oder Veterinärmedizin verwendet werden. Als Trägerstoffe kommen organische oder anorganische Substanzen in Frage, die sich für die enterale (z.B. orale), parenterale, topische Applikation oder für eine Applikation in Form eines Inhalation-Sprays eignen und mit den neuen Verbindungen nicht reagieren, beispielsweise Wasser, pflanzliche Öle, Benzylalkohole, Alkylenglykole, Polyethylenglykole, Glycerintriacetat, Gelatine, Kohlenhydrate wie Lactose oder Stärke, Magnesiumstearat, Talk, Vaseline. Zur oralen Anwendung dienen insbesondere Tabletten, Pillen, Dragees, Kapseln, Pulver, Granulate, Sirupe, Säfte oder Tropfen, zur rektalen Anwendung Suppositorien, zur parenteralen Anwendung Lösungen, vorzugsweise ölige oder wässrige Lösungen, ferner Suspensionen, Emulsionen oder Implantate, für die topische Anwendung Salben, Cremes oder Puder. Die neuen Verbindungen können auch lyophilisiert und die erhaltenen Lyophilisate z.B. zur Herstellung von Injektionspräparaten verwendet werden. Die angegebenen Zubereitungen können sterilisiert sein und/oder Hilfsstoffe wie Gleit-, Konservierungs-, Stabilisierungs- und/oder Netzmittel, Emulgatoren, Salze zur Beeinflussung des osmotischen Druckes, Puffersubstanzen, Farb-, Geschmacks- und /oder mehrere weitere Wirkstoffe enthalten, z. B. ein oder mehrere Vitamine.

15

20

25

30

35

Für die Applikation als Inhalationsspray können Sprays verwendet werden, die den Wirkstoff entweder gelöst oder suspendiert in einem Treibgas oder Treibgasgemisch (z. B. CO<sub>2</sub> oder Fluorchlorkohlenwasserstoffen) enthalten. Zweckmäßig verwendet man den Wirkstoff dabei in mikronisierter Form, wobei ein oder mehrere zusätzliche physiologisch verträgliche Lösungsmittel zugegen sein können, z. B. Ethanol. Inhalationslösungen können mit Hilfe üblicher Inhalatoren verabreicht werden.

- 17 -

Die Verbindungen der Formel I und ihre physiologisch unbedenklichen Salze können als Integrininhibitoren bei der Bekämpfung von Krankheiten, insbesondere von Thrombosen, Herzinfarkt, koronaren Herzerkrankungen, Arteriosklerose, Tumoren, Osteoporose, Entzündungen und Infektionen verwendet werden.

Die Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze finden auch Verwendung bei pathologischen Vorgängen, die durch Angiogenese unterhalten oder propagiert werden, insbesondere bei Tumoren oder rheumatoider Arthritis.

Dabei können die erfindungsgemäßen Substanzen in der Regel in Analogie zu anderen bekannten, im Handel befindlichen Peptiden, insbesondere aber in Analogie zu den in der US-A-4 472 305 beschriebenen Verbindungen verabreicht werden, vorzugsweise in Dosierungen zwischen etwa 0,05 und 500 mg, insbesondere zwischen 0,5 und 100 mg pro Dosierungseinheit verabreicht. Die tägliche Dosierung liegt vorzugsweise zwischen etwa 0,01 und 2 mg/kg Körpergewicht. Die spezielle Dosis für jeden Patienten hängt jedoch von den verschiedensten Faktoren ab, beispielsweise von der Wirksamkeit der eingesetzten speziellen Verbindung, vom Alter, Körpergewicht, allgemeinen Gesundheitszustand, Geschlecht, von der Kost, vom Verabreichungszeitpunkt und -weg, von der Ausscheidungsgeschwindigkeit, Arzneistoffkombination und Schwere der jeweiligen Erkrankung, welcher die Therapie gilt. Die parenterale Applikation ist bevorzugt.

Ferner können die Verbindungen der Formel I als Integrinliganden zur Herstellung von Säulen für die Affinitätschromatographie zur Reindarstellung von Integrinen verwendet werden.

Der Ligand, d.h. eine Verbindung der Formel I, wird dabei über eine Ankerfunktion, z.B. die Carboxygruppe von Asp, an einen polymeren Träger kovalent gekuppelt.

Als polymere Trägermaterialien eignen sich die an sich in der Peptidchemie bekannten polymeren festen Phasen mit vorzugsweise hydrophilen

Eigenschaften, beispielsweise quervernetzte Polyzucker wie Cellulose, Sepharose oder Sephadex<sup>R</sup>, Acrylamide, Polymer auf Polyethylenglykolbasis oder Tentakelpolymere<sup>R</sup>.

5 Die Herstellung der Materialien für die Affinitätschromatographie zur Integrinreinigung erfolgt unter Bedingungen wie sie für die Kondensation von Aminosäuren üblich und an sich bekannt sind.

10 Die Verbindungen der Formel I enthalten ein oder mehrere chirale Zentren und können daher in racemischer oder in optisch-aktiver Form vorliegen. Erhaltene Racemate können nach an sich bekannten Methoden mechanisch oder chemisch in die Enantiomeren getrennt werden. Vorzugsweise werden aus dem racemischen Gemisch durch Umsetzung mit einem optisch aktiven Trennmittel Diastereomere gebildet. Als Trennmittel eignen sich z.B. optisch aktive Säuren, wie die D- und L-Formen von Weinsäure, 15 Diacetylweinsäure, Dibenzoylweinsäure, Mandelsäure, Äpfelsäure, Milchsäure oder die verschiedenen optisch aktiven Camphersulfonsäuren wie  $\beta$ -Camphersulfonsäure. Vorteilhaft ist auch eine Enantiomerentrennung mit Hilfe einer mit einem optisch aktiven Trennmittel (z.B. Dinitrobenzoylphenylglycin) gefüllten Säule; als Laufmittel eignet sich z.B. ein Gemisch 20 Hexan/Isopropanol/Acetonitril, z.B. im Volumenverhältnis 82:15:3.

Natürlich ist es auch möglich, optisch aktive Verbindungen der Formel I nach den oben beschriebenen Methoden zu erhalten, indem man Ausgangsstoffe verwendet, die bereits optisch aktiv sind. 25

Vor- und nachstehend sind alle Temperaturen in °C angegeben. In den nachfolgenden Beispielen bedeutet "übliche Aufarbeitung": Man gibt, falls erforderlich, Wasser hinzu, stellt, falls erforderlich, je nach Konstitution des Endprodukts auf pH-Werte zwischen 2 und 10 ein, extrahiert mit Ethylacetat oder Dichlormethan, trennt ab, trocknet die organische Phase über Natriumsulfat, dampft ein und reinigt durch Chromatographie an Kieselgel und /oder durch Kristallisation. Rf-Werte an Kieselgel; Laufmittel: n-Butanol/Essigsäure/Wasser 3:1:1 (A), Chloroform/Methanol 9:1 (B) 30

35

RT = Retentionszeit (Minuten) bei HPLC in den folgenden Systemen:

- 19 -

Säule: Nucleosil-5-C<sub>18</sub>-Säule (250 x 4; 5 µm);  
Als Eluenten kamen Gradienten aus Acetonitril mit 0,9 % TFA und Wasser  
mit 1,1 % TFA zum Einsatz (Angaben jeweils in Volumenprozent Acetoni-  
tril)

5 Detektion bei 220 und 254 nm.

Die Trennung der Diastereomeren erfolgt vorzugsweise unter den angegebenen Bedingungen.

10 Massenspektrometrie (MS): FAB (Fast Atom Bombardment) (M+H)<sup>+</sup>

#### Beispiel 1

15 Zu einer Lösung von 280 mg Fmoc-Hydrazin in 20 ml Dichlormethan gibt man 1 Äquivalent DIPEA und 200 mg Chlorameisensäure-p-nitrophenylester (Cl-CO-Pnp) in 10 ml Dichlormethan.

20 2 Äquivalente des erhaltenen Fmoc-NHNH-CO-Pnp in Dichlormethan und 3 Äquivalente DIPEA werden auf 1 Äquivalent H-Asp(OtBu)-Harz gegeben 1 Stunde geschüttelt.

Nach Waschen mit Dichlormethan, DMF und erneut Dichlormethan erhält man Fmoc-NHNH-CO-Asp(OtBu)-Harz.

25 Die Abspaltung der Fmoc-Gruppe erfolgt mit 20 % Piperidin in DMF.

In den nächsten Schritten werden Fmoc-Arg(Pbf)-OH, Fmoc-Val-OH und Fmoc-D-Phe-OH angekuppelt, wobei die Fmoc-Gruppen vor der nachfolgenden Kupplung jeweils mit Piperidin abgespalten werden.

30 Man erhält Fmoc-D-Phe-Val-Arg(Pbf)-NHNH-CO-Asp(OtBu)-Harz.  
Die Abspaltung des Peptids vom Harz erfolgt mit Essigsäure/  
Trifluorethanol/Dichlormethan (1:1:3).  
Man erhält Fmoc-D-Phe-Val-Arg(Pbf)-NHNH-CO-Asp(OtBu)-OH.

35 Eine Lösung von 0,1 mmol Fmoc-D-Phe-Val-Arg(Pbf)-NHNH-CO-Asp(OtBu)-OH Acetat in 50 ml NMP wird langsam zu 50 ml einer Lösung

- 20 -

von 3 Äquivalenten TBTU, 3 Äquivalenten HOBt und 10 Äquivalenten DIPEA in 50 ml NMP getropft. Nach 2 Stunden wird das Lösungsmittel entfernt und wie üblich aufgearbeitet. Man erhält man  
5 Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Val), RT 12,8 Min. (20-80, 30 Min.); FAB 576.

Analog erhält man die Verbindungen

10 Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-Phe-D-Val), RT 9,5 Min. (20-80, 30 Min.); FAB 576;

Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-NMe-Val), FAB 590;

15 Cyclo-(Arg-aza-Sar-Asp-D-Phe-Val), FAB 590;

Cyclo-(Arg-aza-Ala-Asp-D-Phe-Val), FAB 590;

Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Lys-Val);

20 Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Lys);

Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Gly);

25 Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Ala);

Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Phe);

Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Leu);

30 Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Val);

Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-Phe-Gly);

35 Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-Phe-D-Ala).

Die nachfolgenden Beispiele betreffen pharmazeutische Zubereitungen:

**Beispiel A: Injektionsgläser**

5 Eine Lösung von 100 g eines Wirkstoffes der Formel I und 5 g Dinatriumhydrogenphosphat wird in 3 l zweifach destilliertem Wasser mit 2 n Salzsäure auf pH 6,5 eingestellt, steril filtriert, in Injektionsgläser abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jedes Injektionsglas enthält 5 mg Wirkstoff.

**Beispiel B: Suppositorien**

15 Man schmilzt ein Gemisch von 20 g eines Wirkstoffes der Formel I mit 100 g Sojalecithin und 1400 g Kakaobutter, gießt in Formen und läßt erkalten. Jedes Suppositorium enthält 20 mg Wirkstoff.

**Beispiel C: Lösung**

20 Man bereitet eine Lösung aus 1 g eines Wirkstoffes der Formel I, 9,38 g  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , 28,48 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und 0,1 g Benzalkoniumchlorid in 940 ml zweifach destilliertem Wasser. Man stellt auf pH 6,8 ein, füllt auf 1 l auf und sterilisiert durch Bestrahlung. Diese Lösung kann in Form von Augentropfen verwendet werden.

**Beispiel D: Salbe**

25 Man mischt 500 mg eines Wirkstoffes der Formel I mit 99,5 g Vaseline unter aseptischen Bedingungen.

**Beispiel E: Tabletten**

30 Ein Gemisch von 1 kg Wirkstoff der Formel I, 4 kg Lactose, 1,2 kg Kartoffelstärke, 0,2 kg Talk und 0,1 kg Magnesiumstearat wird in üblicher Weise zu Tabletten verpreßt, derart, daß jede Tablette 10 mg Wirkstoff enthält.

**Beispiel F: Dragees**

- 5 Analog Beispiel E werden Tabletten gepreßt, die anschließend in üblicher Weise mit einem Überzug aus Saccharose, Kartoffelstärke, Talk, Tragant und Farbstoff überzogen werden.

**Beispiel G: Kapseln**

- 10 2 kg Wirkstoff der Formel I werden in üblicher Weise in Hartgelatine-kapseln gefüllt, so daß jede Kapsel 20 mg des Wirkstoffs enthält.

**Beispiel H: Ampullen**

- 15 Eine Lösung von 1 kg Wirkstoff der Formel I in 60 l zweifach destilliertem Wasser wird steril filtriert, in Ampullen abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jede Ampulle enthält 10 mg Wirkstoff.

20 **Beispiel I: Inhalations-Spray**

- Man löst 14 g Wirkstoff der Formel I in 10 l isotonischer NaCl-Lösung und füllt die Lösung in handelsübliche Sprühgefäße mit Pump-Mechanismus. Die Lösung kann in Mund oder Nase gesprüht werden. Ein Sprühstoß  
25 (etwa 0,1 ml) entspricht einer Dosis von etwa 0,14 mg.

30

35



## Patentansprüche

## 1. Verbindungen der Formel I

- 5                                   Cyclo-(aArg-aGly-aAsp-aX-aY)  
          worin
- aArg           Arg oder Aza-Arg,
- 10           aGly           Gly oder Aza-Gly,
- aAsp           Asp oder Aza-Asp,
- 15           aX, aY       jeweils unabhängig voneinander einen Aminosäurerest  
                          ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Ala, Asn,  
                          Asp, Arg, Cys, Gln, Glu, Gly, His, Ile, Leu, Lys, Met, Nle,  
                          Orn, Phe, Phg, Pro, Ser, Thr, Tic, Trp, Tyr, Val,  
                          NH-Q-CO-  
                          oder  
20                           den entsprechenden Aza-aminosäuren,
- Q            Alkylen mit 1-6 C-Atomen,
- bedeuten,
- 25
- wobei in mindestens einer der in Formel I genannten Aminosäuren  
          der C<sup>α</sup>-Kohlenstoff durch Stickstoff ersetzt ist,
- 30           die genannten Aminosäuren auch derivatisiert sein können, und die  
          Aminosäurereste über die α-Amino- oder Azagruppe und α-  
          Carboxygruppen peptidartig miteinander verknüpft sind.
- 35           und sofern es sich um Reste optisch aktiver Aminosäuren und  
          Aminosäurederivate handelt, sowohl die D- als auch die L-Formen  
          eingeschlossen sind,

sowie deren Salze.

2. Ein Enantiomer oder ein Diastereomer einer Verbindung der Formel gemäß Anspruch 1.

3. Verbindungen der Formel I gemäß Anspruch 1

- a) Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-D-Phe-Val);
- b) Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-Phe-D-Val);
- c) Cyclo-(Arg-aza-Gly-Asp-Phe-N-Me-Val);
- d) Cyclo-(Arg-aza-Sar-Asp-D-Phe-Val);
- e) Cyclo-(Arg-aza-Ala-Asp-Phe-D-Val);

sowie deren Salze.

4. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 sowie ihrer Salze, dadurch gekennzeichnet, daß man

- (a) eine Verbindung der Formel II

H-Z-OH

II

worin

- Z -aArg-aGly-aAsp-aX-aY-,  
 -aGly-aAsp-aX-aY-aArg-  
 -aAsp-aX-aY-aArg-aGly-,  
 -aX-aY-aArg-aGly-aAsp- oder  
 -aY-aArg-aGly-aAsp-aX- bedeutet,

und aArg, aGly, aAsp, aX und aY die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

oder ein reaktionsfähiges Derivat einer Verbindung der Formel II mit einem cyclisierenden Mittel behandelt,

oder

5 b) eine Verbindung der Formel I aus einem ihrer funktionellen Derivate durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel in Freiheit setzt,

und/oder daß man eine basische oder saure Verbindung der Formel I durch Behandeln mit einer Säure oder Base in eines ihrer Salze überführt.

- 10
5. Verfahren zur Herstellung pharmazeutischer Zubereitungen, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder eines ihrer physiologischen unbedenklichen Salze zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen oder halb-
- 15 flüssigen Träger- oder Hilfsstoff in eine geeignete Dosierungsform bringt.
6. Pharmazeutische Zubereitung, gekennzeichnet durch einen Gehalt an mindestens einer Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder einem ihrer physiologisch unbedenklichen Salze.
- 20
7. Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und ihre physiologisch unbedenklichen Salze als Integrininhibitoren zur Bekämpfung von Thrombosen, Herzinfarkt, koronaren Herzerkrankungen, Arteriosklerose, Tumoren, Osteoporose, Entzündungen und Infektionen.
- 25
8. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze bei pathologischen Vorgängen, die durch Angiogenese unterhalten oder propagiert werden.
- 30
9. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze zur Herstellung eines Arzneimittels.
- 35

10. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze bei der Bekämpfung von Krankheiten.

5

10

15

20

25

30

35

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/03955

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 6 C07K7/56 A61K38/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C07K A61K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95 23811 A (THE DUPONT MERCK PHARMACEUTICAL COMPANY) 8 September 1995 see the whole document ---	1-10
A	WO 93 24520 A (MERRELL DOW PHARMACEUTICAL COMPANY) 9 December 1993 see the whole document ---	1-10
T	WO 97 25343 A (LA JOLLA CANCER FOUNDATION) 17 July 1997 see the whole document ---	1-10
P,X	DE 196 53 036 A (MERCK PATENT GMBH) 25 June 1998 see the whole document -----	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 November 1998

Date of mailing of the international search report

10/11/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Masturzo, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

EP98/03955

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  
  
Observation: Although Claims 8 and 10 relate to a method of treatment for the human/animal body, the search was carried out and was based on the cited effects of the compound/composition.
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/03955

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9523811 A	08-09-1995	AU 1975695 A	18-09-1995
WO 9324520 A	09-12-1993	AT 168380 T	15-08-1998
		AU 672010 B	19-09-1996
		AU 4378393 A	30-12-1993
		CA 2137072 A	09-12-1993
		DE 69319733 D	20-08-1998
		EP 0648224 A	19-04-1995
		JP 7507310 T	10-08-1995
		MX 9303332 A	30-06-1994
		NZ 253452 A	25-06-1996
		ZA 9303827 A	29-12-1993
WO 9725343 A	17-07-1997	AU 1825697 A	01-08-1997
		EP 0873357 A	28-10-1998
DE 19653036 A	25-06-1998	AU 5758498 A	15-07-1998
		WO 9827112 A	25-06-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03955

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 C07K7/56 A61K38/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 C07K A61K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 95 23811 A (THE DUPONT MERCK PHARMACEUTICAL COMPANY) 8. September 1995 siehe das ganze Dokument ---	1-10
A	WO 93 24520 A (MERRELL DOW PHARMACEUTICAL COMPANY) 9. Dezember 1993 siehe das ganze Dokument ---	1-10
T	WO 97 25343 A (LA JOLLA CANCER FOUNDATION) 17. Juli 1997 siehe das ganze Dokument ---	1-10
P, X	DE 196 53 036 A (MERCK PATENT GMBH) 25. Juni 1998 siehe das ganze Dokument -----	1-10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. November 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10/11/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Masturzo, P



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03955

## Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 1 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☒ Ansprüche Nr.  
weil Sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich  
**Bemerkung: Obwohl die Ansprüche 8, 10 sich auf ein Verfahren zur Behandlung des menschlichen/tierischen Körpers beziehen, wurde die Recherche durchgeführt und gründete sich auf die angeführten Wirkungen der Verbindung/Zusammensetzung.**
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgetaßt sind.

## Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche der internationalen Anmeldung.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die internationale Recherchenbehörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche der internationalen Anmeldung, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Gebühren erfolgte ohne Widerspruch.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03955

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9523811	A	08-09-1995	AU	1975695 A	18-09-1995
WO 9324520	A	09-12-1993	AT	168380 T	15-08-1998
			AU	672010 B	19-09-1996
			AU	4378393 A	30-12-1993
			CA	2137072 A	09-12-1993
			DE	69319733 D	20-08-1998
			EP	0648224 A	19-04-1995
			JP	7507310 T	10-08-1995
			MX	9303332 A	30-06-1994
			NZ	253452 A	25-06-1996
			ZA	9303827 A	29-12-1993
WO 9725343	A	17-07-1997	AU	1825697 A	01-08-1997
			EP	0873357 A	28-10-1998
DE 19653036	A	25-06-1998	AU	5758498 A	15-07-1998
			WO	9827112 A	25-06-1998